

하이브리드 데이터 혼합 및 가시화 시스템

홍헬렌, 이선민, 김명희
이화여자대학교 과학기술대학원 컴퓨터학과
{hlhong, 992COG19, mhkim}@mm.ewha.ac.kr

Hybrid Data Intermixing and Visualization System

Helen Hong, Seon-Min Rhee, Myoung-Hee Kim
Dept. of Computer Science & Engineering, Ewha Womans University

요 약

과학적 가시화의 여러 응용분야에서 단일 데이터로부터 생성된 시각적 형태보다 다중 데이터로부터 생성된 시각적 형태를 필요로 한다. 단일 데이터 렌더링과 다중 데이터 렌더링의 가장 큰 차이점은 데이터 혼합으로 본 논문에서는 볼륨적 데이터와 표면적 데이터를 가진 하이브리드 데이터를 단계별로 혼합하여 이를 가시화하는 시스템을 개발하고자 한다. 하이브리드 데이터를 단계별로 혼합하여 가시화하기 위하여 조명단계 후 혼합이 이루어지는 깊이 정보를 고려한 혼합방법과 조명단계 전 볼륨의 우선순위에 따라 데이터를 혼합하는 우선순위를 고려한 데이터 혼합방법을 제시한다. 구현결과로는 엔진몸체 데이터와 엔진 내부 밸브 및 옆면 데이터를 혼합하여 가시화한 결과를 사용자 인터페이스 상에서 보여준다. 본 제안 시스템은 단일 데이터의 표현 한계를 극복하고, 복잡한 형태에서 관심객체의 형태와 상대적 관계 및 위치관계를 효과적으로 나타낼 수 있다.

1. 서론

과학적 가시화는 다양한 형태의 실험에서 산출한 방대하고 추상적인 데이터로부터 직관적이고 의미 있는 정보를 추출하도록 도와주는 기술로써 여러 응용 분야에서 단일 데이터로부터 생성된 시각적 형태보다 다중 데이터로부터 생성된 시각적 형태를 필요로 한다.

물리학적 측면에서 광선이 특정 매체를 통과할 때, 단일 데이터나 다중 데이터는 서로 다른 혼합물을 가진 매체로 구성되므로 데이터 개수에 관계없이 기본적인 광학적 속성은 동일하다[1]. 따라서 3차원 공간상에 다중 데이터가 혼합되는 순서에 상관없이 조명단계의 결과는 동일하므로 단일 데이터 렌더링과 다중 데이터 렌더링의 가장 큰 차이점은 데이터를 혼합하는 방법이라 할 수 있다.

데이터 혼합 및 가시화 관련연구를 살펴보면 Drebin 등은 객체 구성요소 특성별로 혼합하여 가시화하는 방법을 제안하였다[2]. 구성요소 내부와 구성요소별 경계부분을 웨이딩 모델을 사용하여 색상으로 구분하여 표현하였고, 영상 투영은 시점으로부터 광선이 흡수되는 정도에 따라 표현하였다. 영상분류를 사용하여 구성요소 특성별 볼륨을 생성한 후, 각 구성요소의 경계부분을 찾기

위해 3차원 경사도 연산을 적용하여 p 볼륨을 생성하고, 볼륨에 의해 방사되고 표면에 의해 흡수되는 광선의 합을 웨이딩 볼륨으로 표현하였다. 따라서 본 방법은 다중 볼륨을 위한 혼합방법이기 보다 단일 볼륨의 내부 구조를 구성요소별로 구분하여 웨이딩하는 방법이라고 할 수 있다.

Jacq 등은 퍼지 표면모델링을 기반으로한 다중 볼륨 렌더링 구조를 제안하였다[3]. 본 방법은 볼륨을 구성하는 구성요소별로 퍼지이론을 적용하여 분류하고 혼합모델을 생성하는 것으로 각 샘플링 시마다 서로 다른 볼륨의 구성요소 비율을 계산한 후, 혼합 규칙에 따라 혼합하여 가시화한다. 본 방법에서 사용하는 다중 볼륨은 동일한 요소 속성을 가진다는 제한을 가지고 있으므로 서로 다른 요소 속성을 가진 볼륨인 경우 적용하지 못한다는 문제점이 있다.

Chen 등은 서로 교차하지 않는 여러 볼륨들을 감싸고 있는 외접입방체를 광선이 순회하면서 병렬적으로 가시화하는 다중 볼륨 렌더링 알고리즘을 제안하였다[4]. 이 경우, 광선 추적은 볼륨을 감싸고 있는 외접입방체별로 이루어진다는 것을 제외하고는 단일 볼륨 렌더링과 동일하며, 다중 볼륨이 서로 겹쳐진 경우는 적용되지 못하므로 데이터 혼합이 전혀 이루어지지 않는다.

따라서 본 논문에서는 표면적 데이터와 볼륨적 데이터를 가진 하이브리드 데이터를 단계별로 혼합하여 이를

본 연구는 정보통신부 99 대학 S/W 연구센터 지원사업 연구비 지원에 의한 결과임.

가시화하는 시스템을 개발하고자 한다. 본 개발 시스템을 통하여 단일 데이터의 표현 한계를 극복하고, 복잡한 형태에서 관심객체의 형태와 상대적 관계 및 위치 관계를 효과적으로 나타낼 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시스템 구조에 대하여 살펴보고, 3장에서는 하이브리드 데이터 혼합 및 가시화 방법을 살펴본다. 4장에서는 본 개발 시스템 구현결과를 보여주며, 마지막으로 5장에서는 본 논문에서 설계·구현한 하이브리드 데이터 혼합 및 가시화 시스템에 대한 결론을 맺는다.

2. 시스템 구조

본 연구에 의해 개발된 하이브리드 데이터 혼합 및 가시화 시스템은 그림 1과 같이 데이터저장고, 데이터처리기, 데이터뷰어, QT 사용자 인터페이스로 구성된다. 데이터저장고는 영상 획득 시 얻어진 2차원 슬라이스 데이터를 비롯해 3차원 표면데이터, 3차원 볼륨데이터를 포함하며, 시스템 수행 시 생성되는 임시 데이터와 2차원 투영 데이터를 저장하는 역할을 한다. 데이터처리기는 하이브리드 데이터 혼합 및 가시화를 위한 기능과 영상조작, 조명조절 등을 위한 기능을 가진다. 기본 가시화를 위한 최대 명암도 투영방법, 최소 명암도 투영방법, 등방면 표면 가시화 기능과 함께, 특정 부위를 가시화하기 위한 선택적 가시화를 제공하며, 혼합된 데이터를 가시화하기 위한 하이브리드 가시화 기능을 제공하고, 모든 결과 영상들은 데이터저장고에 다시 저장된다. 데이터뷰어는 데이터저장고 내에 있는 데이터들의 특성에 따라 2차원 슬라이스 뷰어, 2차원 삼단면 뷰어, 3차원 가시화 뷰어를 통해 직접 보여주는 역할을 한다. QT 사용자 인터페이스는 사용자와의 원활한 상호작용을 위하여 데이터저장고, 데이터처리기, 데이터뷰어와 각종 명령어와 제어를 주고 받는다.

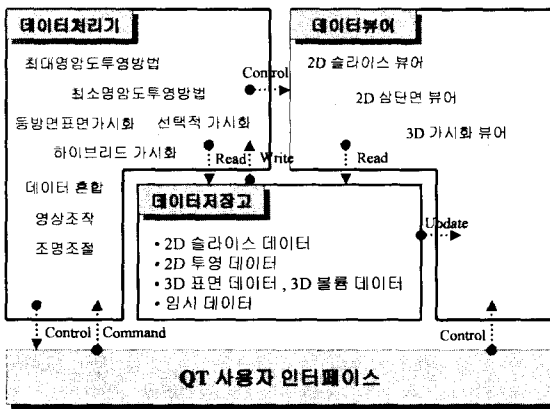


그림 1. 개발시스템 구조

3. 하이브리드 데이터 혼합 및 가시화

본 논문에서 제안한 하이브리드 데이터 혼합방법은 서로 다른 볼륨을 가중치 비율에 따라 혼합하여 가시화하는 방법으로 두 가지 데이터 혼합방법을 제공하며, 각 혼합방법에 따른 가시화 단계는 그림 2와 같다.

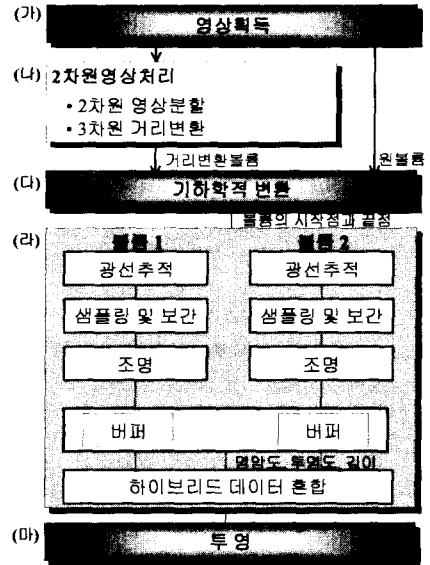


그림 2. 하이브리드 데이터 혼합 및 가시화단계

3.1 깊이관계를 고려한 데이터 혼합

깊이관계를 고려한 데이터 혼합 및 가시화 방법은 명암도 가중치를 고려한 혼합방법, 투명도 가중치를 고려한 혼합방법에서 혼합된 여러 볼륨들 간에 깊이 관계를 충분히 표현하지 못하는 단점을 개선하기 위한 방법으로 (식 1)과 같이 각 볼륨들 간의 깊이 정보를 참조하여 데이터를 혼합한다[5].

$$I(V) = \begin{cases} wf \cdot I(V_1) + (1.0 - wf \cdot \alpha(V_1)) \cdot I(V_2), & d(V_2) > d(V_1) \\ wf \cdot I(V_2) + (1.0 - wf \cdot \alpha(V_2)) \cdot I(V_1), & d(V_1) > d(V_2) \end{cases} \quad (식 1)$$

α 함수는 해당 볼륨의 투명도를 나타내고, $d(V_2)$ 는 두 번째 볼륨 중 해당 픽셀의 깊이를 나타내며, $d(V_1)$ 은 첫 번째 볼륨 중 해당 픽셀의 깊이를 나타낸다. 두 번째 볼륨의 픽셀 깊이가 첫 번째 볼륨의 픽셀 깊이보다 깊은 경우, 첫 번째 볼륨의 투명도값에 따라 혼합 결과가 많은 영향을 받게 되며, 그 반대의 경우, 두 번째 볼륨의 투명도값에 따라 혼합결과가 많은 영향을 받는다.

3.2 우선순위를 고려한 데이터 혼합

깊이관계를 고려한 데이터 혼합에서는 그림 2의 라) 단계에서 광선에 의해 볼륨 1과 볼륨 2의 각 복셀값이 샘플링되고 조명되어진 후, 버퍼 1과 버퍼 2에 전이함수에 의해 계산된 값이 저장되고 (식 1)에 의해 혼합된다.

그러나 서로 다른 광학적 속성을 가지는 각 볼륨을 조명 단계에서 특성에 맞게 전이함수를 적용하여 단일 버퍼에 저장한 후, 맵핑한다면 우선순위에 따른 볼륨의 특성을 효과적으로 나타낼 수 있다. (식 2)는 첫 번째 볼륨이 두 번째 볼륨보다 우선순위를 가진 경우, 첫 번째 볼륨의 투명도가 투명하지 않은 한, 하이브리드 데이터 혼합 시 첫 번째 볼륨의 투명도값을 참조한다.

$$\alpha(V) = \begin{cases} \alpha(V_1), & \alpha(V_1) \neq 0.0 \\ \alpha(V_2), & \alpha(V_1) = 0.0 \end{cases} \quad (\text{식 2})$$

따라서 전체 형태에서 관심객체의 정확한 위치를 파악하는데 많은 도움을 줄 수 있다.

4. 구현결과

본 연구에서는 256x256 크기의 110장으로 구성된 엔진 데이터를 사용하여 실험하였다. 본 시스템은 SGI Octane R12000 300MHz CPU와 512MB 주기억장치를 가지는 워크스테이션에서 구현하였으며, 하이브리드 데이터 혼합과 가시화를 위한 기능은 UNIX C 언어로 구현하였고, 본 시스템에서 사용하는 모든 사용자 인터페이스는 Qt 환경 상에서 수행되어졌다. 그림 3은 256x256x110 크기의 엔진몸체 데이터와 엔진 데이터 내부 밸브 및 옆면 데이터를 각각 가시화한 결과 영상이다.



(a) 엔진 몸체 가시화 (b) 엔진밸브 및 옆면 가시화

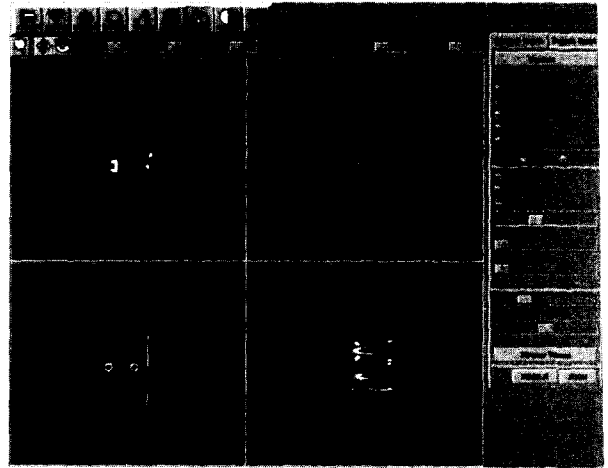
그림 3. 엔진 데이터가시화 결과 영상

그림 4는 엔진 몸체와 엔진 데이터 내부 밸브 및 옆면을 깊이관계를 고려한 혼합방법을 적용하여 혼합가시화한 결과 사용자 인터페이스로 오른쪽 상단 원도우는 혼합가시화된 결과 영상을 보여주며, 왼쪽 상·하단, 오른쪽 하단의 원도우는 엔진 데이터의 각 삼단면을 보여준다.

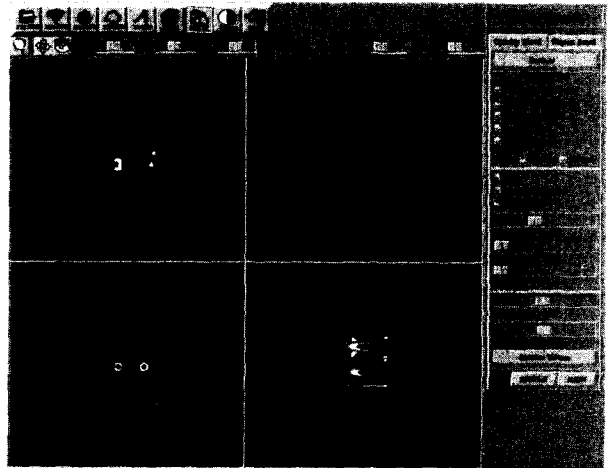
5. 결론

본 논문에서는 볼륨적 데이터와 표면적 데이터를 가진 하이브리드 데이터를 단계별로 혼합하고 이를 가시화하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 깊이관계를 고려한 데이터 혼합방법과 우선순위를 고려한 데이터 혼합방법을 제안함으로써 단일 볼륨의 표현 한계를 극복하고, 복잡한 형태에서 관심객체의 형태와 상대적 관계를 나타낼

수 있었으며, 볼륨들 간의 정확한 위치 관계를 표현할 수 있었다.



(a) 혼합 결과 사용자인터페이스 (혼합율=0.3)



(b) 혼합 결과 사용자인터페이스 (혼합율=0.5)

그림 4. 깊이관계를 고려한 혼합방법 결과 사용자인터페이스

참고문헌

- [1] Jaffery, S., Dutta, K., "Digital Reconstruction Methods for 3D Image Visualization", SPIE., Vol. 507, 1984.
- [2] Rober A.D., Loren C., Pat H., "Volume Rendering", Computer Graphics, Vol. 22, No. 4, pp. 65-74, Aug., 1988.
- [3] Jacq J.R., "A Direct Multi-Volume Rendering Methods Aiming at Comparison of 3D Images and Methods", IEEE Trans. on Information Technology in Biomedicine, Vol. 1, No. 1, pp. 30-43, 1997.
- [4] Min C., Adrian L., "Parallel Multi-Volume Rendering on Distributed Memory Architecture", First Eurographics Workshop on Parallel Graphics and Visualization, Bristol, pp. 173-187, 1996.
- [5] 홍엘렌, 김명희, "투명도 가중치 혼합방법을 이용한 다중 볼륨 렌더링 기법", 한국정보과학회 추계학술대회, 제 26권, 제 2호, 1999년 10월.